

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

V8876

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 06221940 A

(43) Date of publication of application: 12 . 08 . 94

(51) Int. Cl

G01L 3/10

(21) Application number: 05044295

(71) Applicant: SASADA ICHIRO

(22) Date of filing: 24 . 01 . 93

(72) Inventor: SASADA ICHIRO

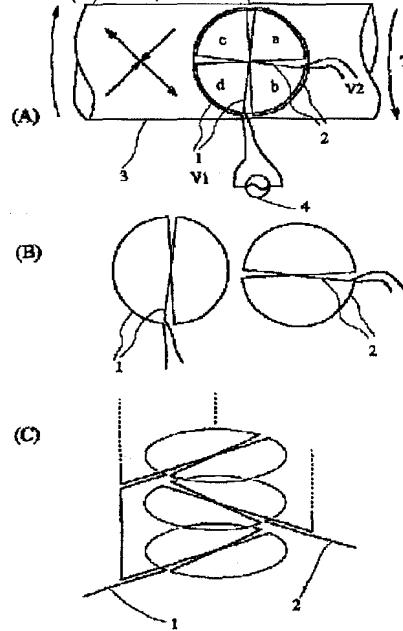
(54) MAGNETOSTRICTIVE TORQUE SENSOR

(57) Abstract:

PURPOSE: To achieve a smaller size and a less thickness of a magnetostriuctive torque sensor.

CONSTITUTION: A coil so arranged to laminate a 8-shaped exciting coil 1 and a detection coil 2 concentrically is arranged as opposed near a shaft 3 having a magnetostriuctive effect. The magnetic permeability of a surface portion of the axis changes differentially in the direction of  $\pm 45^\circ$  by an applied torque. Therefore, two cases appear depending on the direction of torque. In one case, a magnetic flux turns to (c) to (b) with the rising of an excitation current and in the other, it turns from (d) to (a). (the direction may be opposite to that in this combination) An axial circumference component of a magnetic flux proportional to the torque interlinks with the detection coil to generate an induced voltage and the phase thereof depends on the polarity of the torque. The induced voltage is rectified in synchronization to obtain an output.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-221940

(43)公開日 平成6年(1994)8月12日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 1 L 3/10

識別記号 庁内整理番号

A

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数1 書面 (全4頁)

(21)出願番号 特願平5-44295

(71)出願人 593043602

(22)出願日 平成5年(1993)1月24日

笹田 一郎

福岡県福岡市西区愛宕浜1丁目11番13号

(72)発明者 笹田 一郎

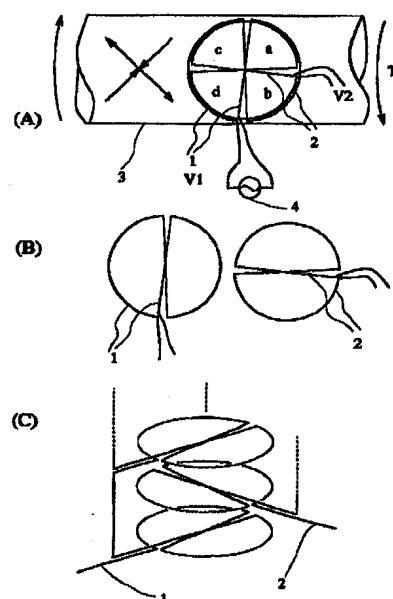
福岡県福岡市西区愛宕浜1丁目11番13号

(54)【発明の名称】 磁歪式トルクセンサ

(57)【要約】

【目的】磁歪式トルクセンサの小型、薄形化を図る。

【構成】図1 (B)に示す8の字形励磁コイル1と検出コイル2を同心状に重ねて配置したコイルを磁歪効果を持つ軸3の近傍に対向配置する。軸表面部位の透磁率は印加トルクによって±4.5°方向で差動的に変化する。したがってトルクの方向によって、励磁電流の立ち上がりと共に磁束がcからbへ向く場合とdからaへ向く場合(向きはこの組み合わせの逆であってもよい)が出現する。検出コイルにはトルクに比例した磁束の軸周成分が鎖交し誘起電圧が生じ、その位相はトルクの極性に依存する。誘起電圧を同期整流して出力が得られる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】一対の8の字形コイルを互いに略直交に配置し重ねて構成したコイルを用いる磁歪式トルクセンサにおいて、前記一対の8の字形コイルの一方を励磁コイル、他方を検出コイルとして用いて構成されることを特徴とする磁歪式トルクセンサ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、磁歪式トルクセンサに関する。

## 【0002】

【従来の技術】磁歪式トルクセンサには、トルク伝達軸にアモルファス磁歪薄帯を接着材で固定しその応力に伴う透磁率変化を利用するいわゆるソレノイドコイル型のものと、鋼軸の磁歪効果を直接利用するいわゆる磁気ヘッド型のものがある。前者は感度が高く高精度トルクセンサに向くが、装着容易性、耐久性の点で問題があり、後者は軸の磁気特性に直接依存するため精度上の問題と、磁気ヘッドがU字形もしくはコの字形鉄心を必要とするため構造、サイズの点で問題があった。後者の磁気ヘッド型トルクセンサの問題を解決しようとして、一対の8の字形コイルを直交配置して重ねて構成したコイルを用いるトルクセンサが発表されている。( 笹田、古賀、原田:「磁心を用いない磁気ヘッド形トルクセンサ」、第16回日本応用磁気学会学術講演会概要集、7 p D-9、p 75、1992年) これは、8の字コイルの直線部分が鋼軸の軸方向に対し約±45°になるよう軸近傍に対向配置された一対のコイルの自己インダクタンスが、トルク印加により一方では増加、他方では減少することを利用して、ブリッジ回路によって電圧出力を得るものである。小型、薄形化の点で大きく進歩したが、自己インダクタンスの変化を見るため励磁、検出が同一のコイルでなされ、電圧、電流レベルが相対的に大きい励磁側回路と、5V程度の電圧で動作する検出側回路間の電気的絶縁を取って同期整流等信号処理を容易にするためにはブリッジ出力を更にトランジスタで分離する必要があった。また、互いに重ねられた一対のコイル双方に同時に60kHz前後の高周波励磁電流を流すため、表皮効果と近接効果のため銅損が大きくなる問題があった。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記磁気ヘッド形トルクセンサの課題を解決するためのもので、一対の8の字形コイルを直交配置し重ねて構成したコイルを用いるトルクセンサの励磁側と検出側回路の電気的絶縁を取ることを可能とすると共に、励磁電力を半減することのできるトルクセンサを提供しようとするものである。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】本発明の磁歪式トルクセ

ンサは、一对の8の字形コイルを直交配置し重ねて構成したコイルを磁歪効果を有する軸表面近傍に対向配置し、同コイルの一方を軸を交流磁化する励磁コイルとして、他方をトルクが引き起こす軸表面部位での±45°方向の透磁率差に対応した磁束を誘起電圧として検出すための検出コイルとして用いることを特徴とする。

## 【0005】

【作用】本発明は、トルクによる軸表面部位の±45°方向の透磁率差を励磁コイルと検出コイル双方へ共通に鎖交する交番磁束を介して検出するため、励磁コイル、検出コイル間は電気的に結線する必要はなく、絶縁を取ることができる。また、励磁電流は8の字コイルの一方にしか流さないため、一对の8の字コイルの両方に励磁電流を流してその自己インダクタンスの差を検出するようにした従来の方式に対し、半分の電流で良い。このため励磁電力は半減する。

## 【0006】

【実施例】図1(A)は、本発明のトルクセンサの主要部分の構成を示す図、図1(B)は、8の字コイルが1ターンと仮定した時励磁及び検出コイルを平行移動により分離して示した図、図1(C)は、一对の各8の字コイルが複数ターンの時の重ね形を示す図、図2は、実施例の動作原理を説明するための図、図3は励磁周波数をパラメータとする感度の励磁電流依存性を実験した結果の図、図4は、トルクセンサの入出力特性の実験結果を示した図である。図中、1は励磁コイル2は検出コイル、3は磁歪特性を持つトルク伝達軸(鋼軸)、4は励磁電源である。

【0007】まず、本発明のトルクセンサの構造について説明する。図1(A)には簡単のため巻数1の8の字コイルを使用した場合を示している。重ね方は2つの8の字コイルがほぼ同心になるようにし、一方は、他方に對しほぼ90°回転した配置とする。ここで、(a、b)、(c、d)がそれぞれ8の字形励磁コイルの同一コイル領域に属し、(a、c)、(b、d)がそれぞれ8の字形検出コイルの同一コイル領域に属する。2つのコイルを横に平行にずらして示したのが図1(B)である。図1(A)のように、励磁コイルとして用いられる8の字コイルの直線部分が軸周方向にほぼ平行となるように対向配置する。あるいは、逆にその直線部分を軸方向にほぼ平行となるよう対向位置してもよい。この場合、当然検出コイルとして用いられる8の字コイルの直線部分が軸周方向となる。

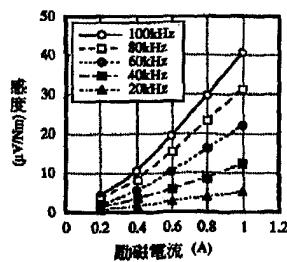
【0008】次に、動作原理について説明する。トルク伝達軸に図2(A)のような向きにトルクTが印加されると、同図のように軸に対し±45°方向に応力が発生する。軸の磁歪定数を正と仮定すれば、交番磁束は張力方向に傾いて分布する。これをe、fの矢印で示す。逆にトルクの方向が反転すると、図2(B) g、hのようにその傾きも反転する。いま、磁束の軸方向成分を無視

し、軸周方向成分のみを考えると  $e$  では下向き、  $g$  では上向きとなっていることがわかる。ここで、  $e$ 、  $g$  は図 2 (C) の励磁電圧の同じ位相に対する磁束の向きを示したものにほかならない。したがって、図 2 (A) もしくは (B) に図 1 (B) 2 の 8 の字コイルを同心状に重ね検出コイルとして用いれば、磁束の軸方向成分は鎖交せず軸周方向成分のみが鎖交するから、図 2 (C) に示すように出力電圧はトルクの方向によって、励磁電圧と同相もしくは逆相となる。またこの時、出力電圧の振幅は印加トルク  $T$  に比例する。したがって、励磁電圧の位相を基準として、出力電圧を同期整流すれば、トルクの大きさと方向を検出することができる。図 1 (B) 2 の 8 の字コイルを励磁用コイルとして、1 の 8 の字コイルを検出用コイルとして用いても全く同様の結果を得ることができる。

【0009】一般に鋼軸はやき入れされている場合が多く、軸の保磁力が高くなつて磁化力が足りないときは 8 の字コイルの巻数を増やして対応することができる。この場合の励磁コイル、検出コイルの重ね方の一例を示したのが図 1 (C) である。更に必要があれば軸に印加される励磁起磁力を増すため、図 1 (A) のコイル 1、2 の上から軟磁性板で作製した磁気ヨークを被せることができる。

【0010】次に、本方法によってトルクセンサを構成し特性を実験によって調べた結果を図 3、4 に示す。トルク伝達軸として用いた軸は、直徑 2.5 mm の調質を行った SCM415 (ピッカース硬度 310) 材である。一对の 8 の字コイルは図 1 (C) に示す方法で作製した。外径は 2.0 mm 巻線数は各 25 ターンとした。また、これらの実験ではアライドシグナル社製の Met g 1 a s 2705M アモルファス薄帯を複数枚重ねたヨークを使用した。図 3 には、励磁周波数をパラメータとし

【図 3】



た感度の励磁電流依存性を示している。これから励磁周波数が高いほうが感度も高いことがわかる。励磁周波数を高くすると励磁磁束が軸の極浅い表面部分のみを通過するようになり、トルクにより生じる応力が最も大きくなる部位と合致するため、感度も上昇する。しかし実際には、導体の表皮効果や近接効果、軸における渦電流損等のために高周波化には限度があり、無闇に高くする訳には行かない。図 4 は、励磁電流 0、4 A 及び 0、8 A の時の入出力特性である。僅かに印加トルクの上昇時と下降時にヒステリシスが見られるが線形性は良好である。励磁電力は、励磁電流が 0、8 A の時約 1 W 程度であった。

## 【0011】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば小型薄形な励磁検出コイルで磁気ヘッド形トルクセンサを実現することができ、更に励磁回路側と信号処理回路側を電気的に絶縁できるため回路構造が簡単となり、かつ励磁電力を従来に比べ半減できる。

## 【図面の簡単な説明】

【図 1】 実施例のトルクセンサの主要部分の構成と多巻線 8 の字形励磁、検出コイルの構成法を説明する図。

【図 2】 実施例の動作原理を説明するための図。

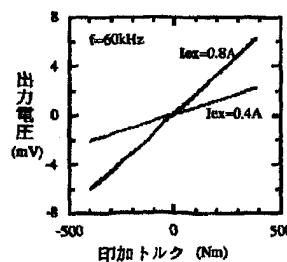
【図 3】 励磁周波数をパラメータとする実施例のトルクセンサ感度の励磁電流依存性について実験した結果を示す図。

【図 4】 実施例のトルクセンサの入出力特性を実験した結果を示す図。

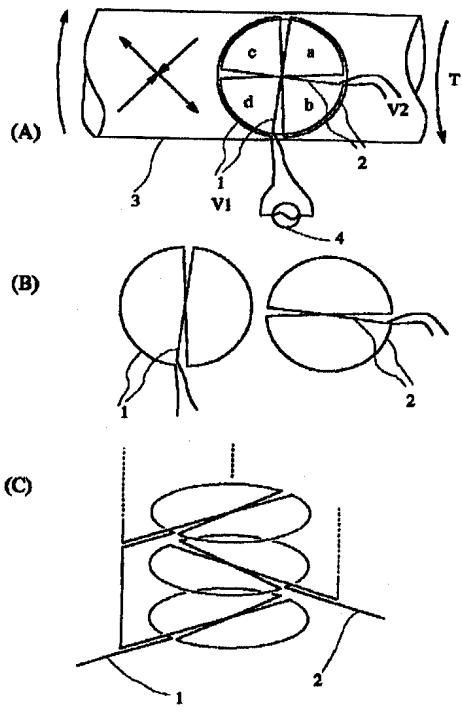
## 【符号の説明】

1 … 8 の字形励磁コイル、 2 … 8 の字形検出コイル、 3 … トルク伝達軸 (鋼軸)、 4 … 交流励磁電源。

【図 4】



【図1】



【図2】

